

BIMデータ活用の実例と期待

—大規模データセンター建設工事におけるBIM運用—

新菱冷熱工業株式会社 技術統括本部BIMセンター 課長 谷内 秀敬

1 はじめに

データセンターの建設プロジェクトにおいては、中核設備であるサーバー等の電子機器はもちろん、その冷却に必要な空調や電気工事も含めて、プロジェクトに占める設備工事関係のボリュームやコストの比率が大きくなる。常時継続運転が前提となり、データ保全の高い信頼性が要求される施設であるため、施設が健全に機能を発揮し、またそれを維持更新していくために、必要な搬送設備、管路、歩廊等が緻密に張り巡らされている。

本稿で紹介するプロジェクトにおいては、プロジェクト体制としてIPD (Integrated Project Delivery) の適用がなされている。IPDは建設プロジェクトに関わる利害関係者が問題と課題を共有し、早期の課題解決を実現する協業形態である(図1)。

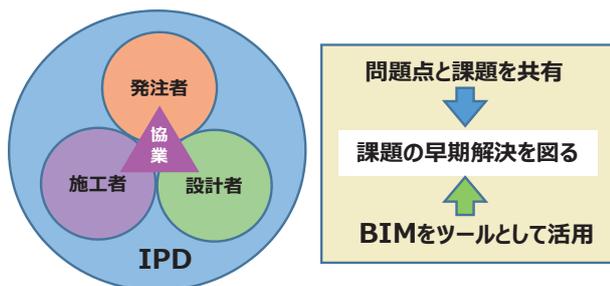


図1 IPDによるプロジェクト体制

一般的にIPDは、発注者の主導により実施されるものとされているが、国内のBIM要件では設計者と工事請負者の範囲に限定されたものが多く、発注者との協業するIPDを実施するためには、発注者の意図や目的を考慮したBIMの導入が必要となる。

発注者と協業したIPDを実施した本プロジェクトにおいて、どのような形でBIMの活用を行い、また、どのような成果や課題が認識されたのかという実例を、【計画段階：BIM実施計画】、【実施段階：BIMモデルによる仮想引渡し】、【評価段階：BIMモデルの価値の考察】というフェーズ毎に、コストマネジメント面からの課題も踏まえて報告する。

2 計画段階：BIM実施計画

■プロジェクトの概要

本プロジェクトの概要を表1に示す。本プロジェクトの用途であるデータセンターとは、建物内部に設置されるサーバー等のICT機器を運用することに特化した建物であり、それらの機器の動作環境を保証するスペース、耐荷重、空調容量、電源容量といった、建築の仕様や設備装置の性能諸元が密接に関連する建物である。また、運用保守者の課題を早期に共有し、解決することが求められる。そのため、建物ライフサイクル全体を考慮した、発注者、建築生産者、建物運用保守者によるIPD体制が適していると言える。

表1 プロジェクトの概要

建物用途	データセンター
延べ床面積 (I期)	約26,500㎡
〃 (I期+II期)	約37,000㎡
工期 (I期)	2016年8月～2018年2月

■BIMの導入目的

本プロジェクトでは、発注者がBIMの導入を決定し、IPDのメンバーに加わることで、プロジェクトの早期から課題抽出と問題解決に関わっている。表2は施工業者選定の際に発注者より提示された提案依頼書に書かれたBIM導入の目的である。表中の①は施工段階でのモノ決めや作業を効率化するためのBIMの目的であり、②の2)にある「運営・保守計画策定の早期化」は、BIMモデルを竣工前に完成させる「仮想竣工」と「仮想引渡し」を行うことが目的に含まれている。

表2 BIM導入の目的

①工事における効率化
1) 合意形成の早期化
2) 図面作成の効率化
3) 干渉チェックの効率化
②運営・保守への円滑なデータ継承
1) 運営・保守への円滑な属性継承
2) 運営・保守計画策定の早期化

■BIM実施計画の概要

本プロジェクトのIPD体制では、施工者が決定した直後にBIM分科会を発足させ、着工前にBIM実施計画書 (BIM Execution Plan、以下「BEP」という) の策定に取り組んだ。表3は、本プロジェクトで策定したBEPの項目である。BEP策定に要した期間は2ヵ月程度であるが、着工前に発注者、設計者、施工者 (建築、設備、電気) のBIMに対する認識の差を収束させ、共通の目標設定ができている。図2は本プロジェクトにおけるBIM分科会の位置づけを表しており、BIM分科会が意思決定の中心に位置づけられていることがBEPに定義され、関係者に周知されている。

例えばBEPの中では、竣工後のBIMの活用を目的にした仮想運営と竣工BIMモデルについて定義している。竣工BIMモデルについてはLOD (Level of Development) の定義を明確にしている。更に、部屋名称や設備機器の命名規則を発注者側のルールによって決定し、BEP策定時に盛り込んでいる。こうすることで施工者側が事前に建物運用側で求める属性情報を入力することができる。このとき同時に発注者側の建物保守管理用データベースとの連携を想定して、データ型、文字数 (桁数) を定義している。

表3 BIM実施計画書 (BEP) の項目

1. 改訂履歴
2. 定義 BIMを活用する目的 / BIM分科会の位置づけ / BIMモデルの作成範囲 / BIMモデルのLOD / 仮想竣工と仮想運営 / 竣工BIMモデル / BIMモデルの原点座標 / 機器の命名規則 / 部屋名称 / 属性情報のデータ型 / BIMマネージャー / BIM品質管理者 / 本実施計画書の評価と改定
3. 実施内容・実施体制 実施メンバーリスト / 役割 / 使用BIMツールと作成LOD / データ連携マップ / BIMの活用計画 / BIM工程表 / 3D総合図作成フロー / 仮想運営実施フロー
4. 運用規約 作成したBIMモデルの権利 / BIMモデルの著作権 (ライブラリ・ファミリー・テンプレート) / 広告・宣伝・発表会等での承認手順
5. その他 情報共有環境 / 情報管理指針

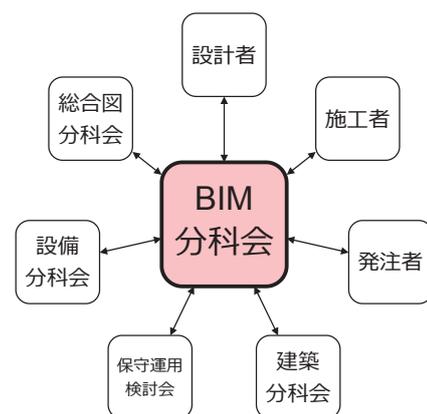


図2 BIM分科会の位置づけ

■BIM実施計画に基づくBIMの運営

施工段階でのモノ決めにBIMを活用するプロセスもBEPの中で定義している。図3は総合図調整

でBIMを活用するフローを表現したものである。このプロセスを基本形とし、設計者と施工者が毎週開催される定例会議でBIMモデルを活用した納まり調整を行っている。また、この定例会議には毎回発注者も参加している。

BEPは計画書であり、運用していくにつれ、想定した内容と実態がずれてくることもある。本プロジェクトではBIM分科会がBEPを評価する仕組みを設けており、それをBIM評価会議と称し、毎月1回の頻度で会議を開催している。BIM評価会議では、BIMを実践した上での実態に見合ったスケジュールへの調整や業務プロセスの改善などを検討し、それをBEPに反映させ改訂BIMとしている。その結果はプロジェクト関係者が全員集まる総合定例会の場で周知することになっている。

■BIM標準にかかるワークフローの課題

発注者にとっては、IPD体制でBIMが活用されると、建築の知識がなくとも進行中のBIMモデルを見て内容の理解を図ることができる。プロジェクトの進行状況や問題点を迅速に共有できる効果は大きい。また、BIMを運営しながらBEPを見直す機会を設けることで、いつの間にかBIMが置き去りになってしまう事態を防ぐ効果も確認できた。

一方で、コストマネジメントを含むBIMデータの高度活用という視点から見た場合、本プロジェクトにおいてはBIMの持つポテンシャルを活かし切れていないという課題も残った。本来、設計の早い段階で統一感のある仕様策定とその共有化が行われれば、積算などのコストマネジメントにもBIMデータを活用することが可能である。あらゆるBIMオブジェクトが標準化（部材の体系化、付与する属性情報の項目や配列の共通化など）及び集約化（ライブラリー化）されていれば、BIMモデルを「作業の効率化（空間調整など）」や「情報伝達の円滑化（合意形成など）」に利用するだけでなく、計画（設計、積算など）・施工・メンテナンスなどの各業務においてBIMを中核として各種ソフトウェアと連携させるICTの高度活用への道も開かれる。しかし、このようなICTの高度な活用が真の意味で円滑になされるためには、単に個別の企業、個別のプロジェクトにおいて標準化が行われるのではなく、社会的な合意の下に標準化（分類体系の策定）が行われる必要がある。

我が国においては、BIMでの活用を前提とした建物全体をカバーし、企画・設計段階から運用・維持管理段階に至るライフサイクル全般にわたって利用できるような体系化と属性情報の整理が行われているスタンダードは現在のところ整備半ば

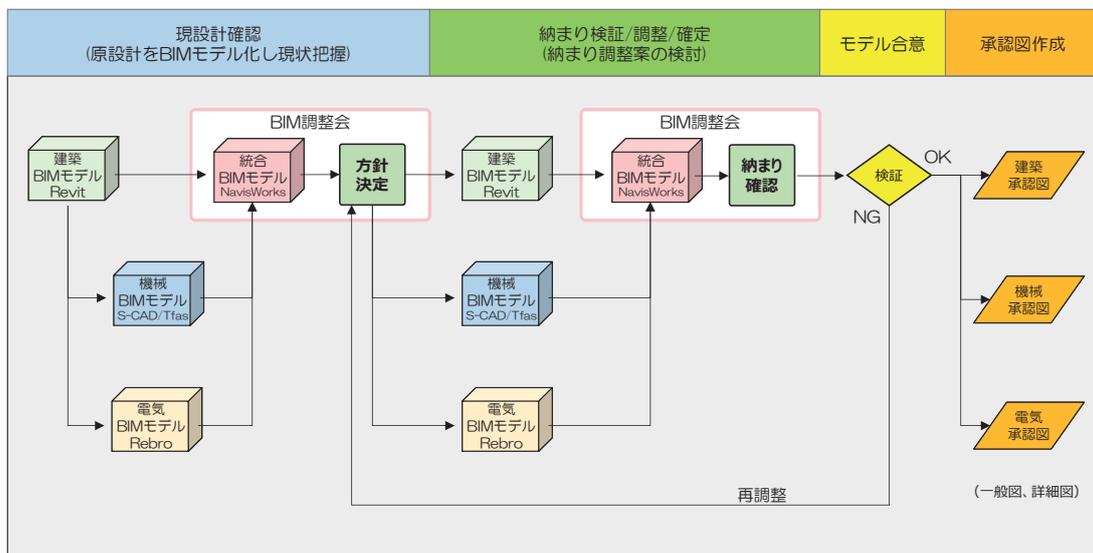


図3 BIMを活用した総合図調整プロセス

である。しかし、米国や英国といった標準化意識の強い国々においては、既にOmniClass（米）、UniClass 2015（英）といったBIMを前提にしたスタンダードを整備し、その活用が始まっている。我々のBIM運用環境下においても、ICT技術の進歩、国内建設業におけるBIMデータの流通実態と戦略的なワークフローが進んできたことを踏まえて、BIMライブラリーの取りまとめを行う必要があるものと思われる。

3 実施段階：BIMモデルによる仮想引渡し

本プロジェクトでは、現物の建物の引渡しとは別に、BIMモデルによる仮想引渡し（Virtual Handover）が行われている。構築されたBIMモデルの発注者にとっての利用目的は、主に以下の項目の確認と評価を行うことにある。

- ・ 竣工時に建物が要求条件を満足していること
- ・ 竣工時に適切な施設運営・保守が実施できること

これらの目的は、プロジェクトの各フェーズと連携したマイルストーンを設定し、発生した課題については、IPD体制の中で発注者と工事請負者がBIMモデルを介して課題を共有しながら解決に導くことで実現されていく。この各フェーズでの完了時のBIMモデルをそのフェーズでの成果物とし、発注者に引き渡すことを「仮想引渡し」と定義した。

本プロジェクトでは、BIM運営のフェーズを「設計確認BIM」「納まり調整BIM」「仮想竣工BIM」の3段階とした。このうち、「納まり調整BIM」完了時に第1回の仮想引渡しを、「仮想竣工BIM」完了時に第2回の仮想引渡しを実施するものと設定した（表4）。

「納まり調整BIM」モデルは、空間的矛盾と干渉の排除、竣工後の施設運用への建物情報の引き継ぎの検証、「仮想竣工BIM」モデルは、竣工後の施設運営・保守性の評価と建物情報の受け渡しに使用するものとした。

表4 各フェーズのBIMモデル

		フェーズ		
		設計確認BIM	納まり調整BIM	仮想竣工BIM
BIMモデル要件	部位・機器基本形状	○	○	○
	部位・機器個別形状	—	○	○
	建築・機械・電気整合	—	○	○
	サポート部材	—	△主要部材のみ	○
	スイッチ・バルブ形状	—	○	○
	メンテナンス空間	—	△ボリューム確認	○
	部位・機器属性情報	△設計関連情報のみ	△一部運営情報	○
BIMモデルイメージ				

■仮想引渡しの評価・確認項目

仮想引渡しは、IPDの結果を評価するマイルストーンと位置づけることができる。本プロジェクトにおける2回の仮想引渡しでは、それぞれに評価と確認の項目が設定された。

1回目の仮想引渡しは、空間的整合を確保した「納まり調整BIM」モデルを対象とし、竣工時の建物が発注者の要件を満たすものであるかを評価する。ここでの評価対象は主には建物であり、必要に応じて評価結果を設計変更にてフィードバックし、建物仕様の確定を目的とする。これに対して、2回目の仮想引渡しは、「仮想竣工BIM」モデルを対象とし、竣工後の具体的な施設運営・保守における業務プロセスが適正に遂行可能かの評価を目的とした。

これら2回の仮想引渡しを実施することにより、発注者による竣工前検査の仮想化による前倒しと、竣工前の施設運営・保守の方針及び計画の評価・確認を実現することを目指したものである。

表5及び表6は、本プロジェクトにおいて検討された具体的な仮想引渡し時の確認項目（表5）と、BIMモデルに付加すべき属性データ項目（表6）である。仮想引渡し時の確認内容については、施設運営・保守の業務プロセスを基にチェック項目と実施時期を設定した。属性データ項目については、主として施設運営・保守に必要となる項目を中心に設定を行った。

表5 仮想引渡し時の確認項目

チェック項目	内容
1. 機器設置場所	設置環境に問題はないか
2. 機器、器具操作	スイッチ、バルブ等の操作が容易にできるか
3. 搬入動線	搬入動線は整備されているか
4. 保守作業動線	歩廊、ステップ等が適切に設置されているか
5. 保守・更改スペース	保守・更改・予備スペースが適切に確保されているか
6. 点検口、点検扉	設置位置、向き、サイズ、高さは適切か
7. 作業用照明の有無 照度	作業用の照明が適切か
8. 部品交換等の作業性	無理のない体勢で作業できるか
9. 消火設備の操作性	消火導線・配置（消火器、窒素、水、ハロン）は、適切か
10. 保温・断熱	保温・断熱が適切に施工可能か
11. 区画貫通	貫通部処理が適切にできているか
12. ダクトルート	エルボ、ホッパーなどの曲げ、変形が適切な寸法となっているか
13. ショートサーキット	室外機、チャラー等にショートサーキットが発生しないか
14. 作業足場	竣工後の工事・保守の足場が確保、または適切に設置できるか

表6 BIMモデルの属性データ項目

属性名	内容	属性名	内容
設備ID	設備を特定するID	利用開始日	設備の利用開始日
フロア名	設置するフロア階数	利用終了日	設備の利用終了日
部屋番号	設置する部屋番号	メーカーID	設備を製造しているメーカーを一意に識別するID
大分類	設備の大分類	耐用年数	メーカーが規定している設備の耐用年数
中分類	設備の中分類	構成	複数台で構成するケースなどで記載
小分類	設備の小分類	備考	上記カラムに記載できないが記載すべき内容
機器記号	設備の機器記号	親設備ID	自設備が他設備の子設備に相当する場合、親のID
機器名称	設備の名称	子設備ID	自設備が他設備の親設備に相当する場合、子のID
製造番号	設備の製造番号	影響場所	設備が影響を及ぼす部屋のID
製造年月	設備が製造された日付	影響エリア	系統エリアを設定する場合
設置年月	設備が設置された日付	影響内容	影響を及ぼす内容
撤去年月	設備が撤去された日付		

■BIM納品の成果

コストマネジメントの観点からは、今回実施した2段階での仮想引渡しには、一定の成果があったものと評価している。一般に、建設プロジェクトにおける変更コストは、プロジェクトの進捗とともに増大すると言われる。本プロジェクトでは、建物や設備の基本的な構造や構成のように、変更の際のコストインパクトが非常に大きい要素に関しては、1回目の仮想引渡しによって早期の合意形成を図り、施設の運営・保守のために必要となる詳細な属性データ（構築に時間を要する）の提供は2回目の仮想引渡しに織り込んでいくという手法によって、無理のない形でのフロントローディングがなされ、手戻りなどのコストアップ要因の抑制に繋がれたものと考えている。

また、発注者の立場からも、現物の建物の引渡しを受ける前にBIMモデルによって施設の運営面・保守面の評価を仮想的に行うことができ、また、設備の属性情報などを目的に従って整理された形式の電子データとして受け取れる意義は大きいものと思われる。複雑で膨大なボリュームになる設備に関して、その運営や保守に係わる評価を2Dの図面から行うのが容易でないことは、想像に難くないであろう。2Dの図面からでは想定することが困難な問題点を、操作も容易な3Dビューアのウォークスルー機能などの利用によって抽出できれば、引渡し後に使い勝手の悪さから無理な改造工事を行わざるを得なくなるようなリスクやコストを回避できる。

BIMモデルに付与される属性データに関して、当該データを発注者が保有するファシリティマネジメントデータベース（以下、「FMDB」という）に引き継ぐことを目的として構築されたが（CSVファイル経由）、入力済みのデータをサンプルとしてテストした結果、いくつかの属性情報の定義変更やフィールドの追加が必要であることが判明している。建物や設備のようなハードウェア面だけでなく、データやプログラムなどのソフトウェア面に関して、現物の建物の引渡しが完了して実際の施設運営が始まる前の早い段階でこのような問題点を洗い出し、調整を行えるということは、時間や手間、そしてコストの削減に寄与するものであると考えられる。

4 評価段階：BIMモデルの価値の考察

データセンターは竣工後も継続的に設備増設等の工事が発生する施設であり、BIMモデルはその検討の際に活用される重要な情報源となる。BIMモデルが価値を発揮するのは竣工時まで、あるいはFMDBにデータを引き継ぐまでというわけではない。そして、竣工後は発注者が主体となってBIMモデルを管理（必要に応じた更新など）していくことになる。そのため、竣工BIMモデルが現

物の建物と同じ状態であることが極めて重要であり、その確認を行うために、BIMモデルの納品検査会を実施している。BIM分科会メンバー以外にも発注者、設計監理、施工者から多くの関係者が参加した。

納品検査会の会場（会議室）には、大人数で検査ができるシステムを構築した。会場から離れて現地で立ち合い検査をする人にスマートフォンを中継カメラとして持たせ、会場と現地の双方向で会話が成り立つようにしている。会場では現地カメラ映像をプロジェクター1台に映し、別のプロジェクターには現地映像に合わせてオペレータがBIMモデルを操作できるようにした（写真1）。



写真1 納品検査会の会場の様子

このシステムにより会議室からの要望に応じて現地とBIMモデルを実測値で比較することができ、BIMモデルの精度を確認していくことができている。建物全体を短時間で検査することはできないため、施工者が同様の方法で自主的に検査した結果を補助資料として提出することでBIMモデルの納品検査を完了としている。

この納品検査会へ参加された方からは、耐火被覆材などで見えない床開口や鉄骨のスリーブがBIMで確認できることは、将来工事を計画する際に有効であるとの意見が出されている。このように、BIMモデルの優れている点は、障害物の存在や所在の危険性（高所であるなど）によって、現物での確認が困難だったり、2D図面の場合には膨大な図面を参照し合いながら検索しなければならない場面に比べて容易に確認が行える点にもある。

竣工BIMモデルが現物の建物と同じ状態であることが重要であると前述したが、これは、必ずしもBIMモデルのLODが高ければ高いほど望ましいということの意味するわけではない。確かに、本プロジェクト（LOD350を採用）においても、LODの水準やモデリング対象範囲の設定の問題（不足）に起因して、工事完了時点で現物とBIMモデルの不整合が生じた部分が少なからず確認されているが、一方で、竣工後の施設のメンテナンスや増設等の工事の検討にとって重要性の低い部分まで詳細にモデルへ闇雲に反映させてしまうと、確認する対象物までたどり着くことが困難で、確認しにくいモデルとなる。同時に、BIMモデルのファイルサイズも増大して、画像再現等の鈍化レスポンスの悪いものになってしまう。

また、モデルのLODを上げるためには、当然、その作業に伴うコストも増大するので、その兼ね合いの判断（LODやモデリング範囲の設定とそれに伴うコストインパクトの把握）は、コストマネジメント上も重要なテーマであると言えるだろう。建設プロジェクトにおいて、LODの設定には当事者間での入念な合意が必要であることは言うまでもない。本プロジェクトにおいては、BIM組織を適切に運営しコミュニケーションの活性化を図れたことは重要な要素であったと考えている。IPDとして最初に構成されたBIM分科会が最後まで機能し、課題を解決しながら目的を達成できたことが一番評価できることであると感じている。コミュニケーションのあり方も、コストに大きな影響を及ぼすと言えるのではないだろうか。

BIMモデルが持っている価値を本当に活かすのはこれから建物を維持管理していくオーナーが事業計画や運営管理の素材としてBIM情報をどのように活用するかによる。価値創造へワークフローを提案し実現する役割を設備技術者が担うことに期待があることを感じている。

最後に、本プロジェクトにおいて協業いただいた関係各位にこの場を借りて感謝を申し上げます。